

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2017, 27(3): 277–298

doi: 10.15407/alg27.03.277

УДК 582.26 (477.7)

ШИХАЛЕЕВА Г.Н.<sup>1</sup>, ГЕРАСИМЮК В.П.<sup>1,2</sup>, КИРЮШКИНА А.Н.<sup>1</sup>,  
ЭННАН А.А.<sup>1</sup>, ЦАРЕНКО П.М.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Физико-химический ин-т защиты окружающей среды и человека МОН Украины и НАН Украины,  
ул. Преображенская, 3, Одесса 65082, Украина  
*i.l.monitoring@ukr.net*

<sup>2</sup>Одесский нац. ун-т им. И.И. Мечникова, каф. ботаники,  
ул. Дворянская, 2, Одесса 65026, Украина  
*gerasimyuk2007@ukr.net*

<sup>3</sup>Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,  
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина  
*ptsar.@ukr.net*

### АЛГОФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА И ЭФЕМЕРНЫХ ВОДОЕМОВ ЕГО ПОБЕРЕЖЬЯ (СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ, УКРАИНА)

Представлены результаты многолетних (2009–2015 гг.) оригинальных исследований видового состава водорослей в гипергалинном Куяльницком лимане (Кл) и распространенных на его побережье эфемерных водоемах, отличающихся морфометрическими размерами и физико-химическими показателями (соленость, температура, кислотность). В эфемерных водоемах при солености воды 5,4–128,2 ‰ обнаружено 54 вида водорослей из 4 отделов: *Bacillariophyta* – 32 вида (59,3%), *Cyanoprokaryota* – 14 (25,9%), *Chlorophyta* – 6 (11,1%) и *Euglenophyta* – 2 (3,7%), а в лимане при изменяющейся в этот период солености воды 198–399 ‰ – 8 видов, из которых 6 видов из отдела *Bacillariophyta* и 2 – из отдела *Chlorophyta*. Причем при солености 300–320 ‰ обнаружен только 1 вид зеленых водорослей – *Dunaliella salina* Teodog., а с увеличением солености до 357 ‰ и более живые клетки *D. salina* не выявлены. Общими для эфемерных водоемов побережья Кл и лимана в период его наибольшей водности (2004 г. – весна 2007 г.) при изменяющейся солености воды 49,9–174 ‰ и иногда снижающейся в местах распреснения до 13–30 ‰ оказались 24 вида водорослей, из которых 9 были представителями *Cyanoprokaryota*, 13 – *Bacillariophyta* и 2 – *Chlorophyta*. Среди выявленных видов, обладающих наиболее высокой физиологической приспособляемостью и быстрой реакцией на изменения физико-химических условий среды, отмечены *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh.) Lange-Bert., *Tabularia tabulata* (C. Agardh) Snoeijs, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis, *Surirella striatula* Turpin, *Arthrospira meneghiniana* (Zanardini ex

© Шихалеева Г.Н., Герасимюк В.П., Кирюшкина А.Н., Эннан А.А.,  
Царенко П.М., 2017

Gomont) W.B. Crow, *D. salina*. Однако только последний из указанных видов оказался самым лабильным и развивался в эфемерных водоемах и лимане при солености 5–320 ‰. Указаны некоторые особенности экологии найденных видов. Установлено, что таксономическая структура водорослей эфемерных водоемов и Кл имеет сходные черты, что позволяет судить о приспособляемости некоторых из них к условиям, сформировавшимся в пересыхающих водоемах, и возможности их продуцирования.

**Ключевые слова:** водоросли, видовой состав, эфемерные водоемы, Куяльницкий лиман, градиент солености

## **Введение**

Изучение альгофлоры эфемерных, или т. н. временных водоемов, имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как позволяет оценить адаптационные возможности различных групп водорослей к изменяющимся условиям водной среды (температуры, солености, кислотности). Большой интерес представляют водорослевые сообщества эфемерных водоемов, расположенных в прибрежной (литоральной) зоне одного из древнейших лиманов Северо-Западного Причерноморья – Куяльницкого лимана (Кл), известного своими ценнейшими сульфидными илами, в образовании которых активное участие принимают водоросли.

Концентрации солей воды Куяльницкого лимана (Кл) близки к таковым Мертвого моря (Израиль). Так, в составе первых преобладают ионы натрия и магния (Шихалеева и др., 2013), а в воде Мертвого моря из анионов – хлориды, из катионов – ионы магния и натрия (Беленицкая, 2013). Сульфидно-иловые грязи Кл по лечебным свойствам не уступают грязям Мертвого моря и по своим физико-химическим, биологическим и терапевтическим свойствам являются эталоном сульфидно-иловых грязей. Важную роль в формировании грязей лимана наряду с климатическими, геологическими, гидрологическими, гидрохимическими факторами играют и биологические, которые формируются за счет жизнедеятельности и последующего разложения биоты в условиях высокой солености среды – водорослей и бактерий.

Характерной чертой Кл является высокая сезонная и межгодовая динамичность гидрологического и гидрохимического режимов, изменение морфометрических параметров. За период наблюдений, т. е. с начала XIX в. и по сегодняшний день амплитуда колебаний уровня лимана составила ~5 м, а солености – ~370 ‰. За последние 100 лет максимумы минерализации были такими: в 1920 г. – 314 г/дм<sup>3</sup> (Розенгурт, 1974), в 2001 г. – 336 г/дм<sup>3</sup>, в 2012 г. и 2014 г. – 399,9 г/дм<sup>3</sup> (Эннан и др., 2006, 2014).

Наиболее многоводным за последние десятилетия был период весна 2004 г. – весна 2007 г., соленость в акватории лимана составляла 49,9–174 ‰, в местах стока пресных вод на мелководье северной части фиксировались кратковременные снижения солености до 13–30 ‰. В

2008–2014 гг. среднемесячные ее значения в Кл составляли 200–320 ‰, а абсолютные значения в летне-осенний период достигали 399,9 ‰ в мелководной северной части акватории лимана (Эннан и др., 2014, 2015). К середине августа 2014 г. уровень лимана достиг своего минимума (–692 см Балтийской системы), обнажились большие участки дна в северной, центральной и южной частях лимана. Водная площадь его в этот период составляла около 30 км<sup>2</sup>, а соленость воды в мае–сентябре 2014 г. изменялась в узких пределах – 303–323 ‰ (гидрологический пост, южная оконечность лимана, р-н курорта «Куяльник»). Вероятно, наступило состояние «квазиравновесия», когда соленость воды на одном уровне поддерживалась за счет седиментации солей и отложения их на дне и берегах водоема. Небольшое кратковременное снижение солености наблюдалось лишь во время выпадения атмосферных осадков. Даже предпринятое пополнение лимана морской водой в зимне-весенние (декабрь–апрель) месяцы 2014–2016 гг. позволило лишь поддержать состояние лимана на уровне последних лет. Соленость воды в южной части акватории Кл на протяжении летне-осеннего периода 2015–2016 гг. изменялась в пределах 220–342 ‰. Прогрессирующее засоление наряду с катастрофическим сокращением объемов притока поверхностных вод в лиман и оголение больших прибрежных территорий создают условия для развития здесь своеобразных биотических комплексов и, в первую очередь, в эфемерных водоемах, образовавшихся на побережье лимана в небольших углублениях в осушенной зоне или отработанных карьерах. В создавшихся экстремальных условиях эфемерные водоемы практически являются основными потенциальными источниками поступления водорослей в лиман.

Характерная черта таких водоемов – изменчивость физико-химических характеристик, в первую очередь, минерализации и температуры. Изучение альгоценоза нестабильных водоемов, к которым можно отнести также Кл, позволит выявить возможные пределы галотолерантности ряда доминирующих видов водорослей и условия их восстановления. В настоящее время имеется мало сведений о водорослях эфемерных водоемов побережья гипергалинного Кл (Герасимюк и др., 2012; Kiryushkina et al., 2009). Предыдущие работы касались в основном видового состава и многолетней динамики водорослей в Кл и основных водотоках – р. Большой Куяльник, Пересыпских и Корсунцовских прудах (Герасим'юк та ін., 2006, 2008, 2011; Царенко и др., 2016).

Цель данной работы – изучение и сравнительный анализ видового состава водорослей в эфемерных водоемах, расположенных в литоральной части побережья Куяльницкого лимана в условиях динамично изменяющегося уреза береговой линии лимана и отличающихся морфометрическими параметрами и физико-химическими показателями.

## Материалы и методы

Материалом для нашей работы послужили пробы, отобранные в 2009–2015 гг. в 14 эфемерных водоемах, образованных при скоплении воды в углублениях на оголенной части дна Кл в южной оконечности лимана со стороны съезда с объездной дороги, восточное побережье, район ст. 5 и со стороны поступления стоков из системы прудов Пересыпи, западное побережье, район ст. 9к (т. н. «лужи» южной оконечности, район ст. 5 и 9 к); на западном побережье в окрестности курорта Куяльник в районе произошедшего в 2004 г. оползня, ст. 8' (т. н. «лужи» района ст. 8') и в более глубоких, образовавшихся в результате незаконной добычи песка, на западном побережье лимана в районе с. Ильинка, т. н. «отработанный обводненный карьер», выемки бетонных труб газопровода в северной оконечности лимана в районе газопровода, т. н. «канал-копанка» (рис. 1–3).

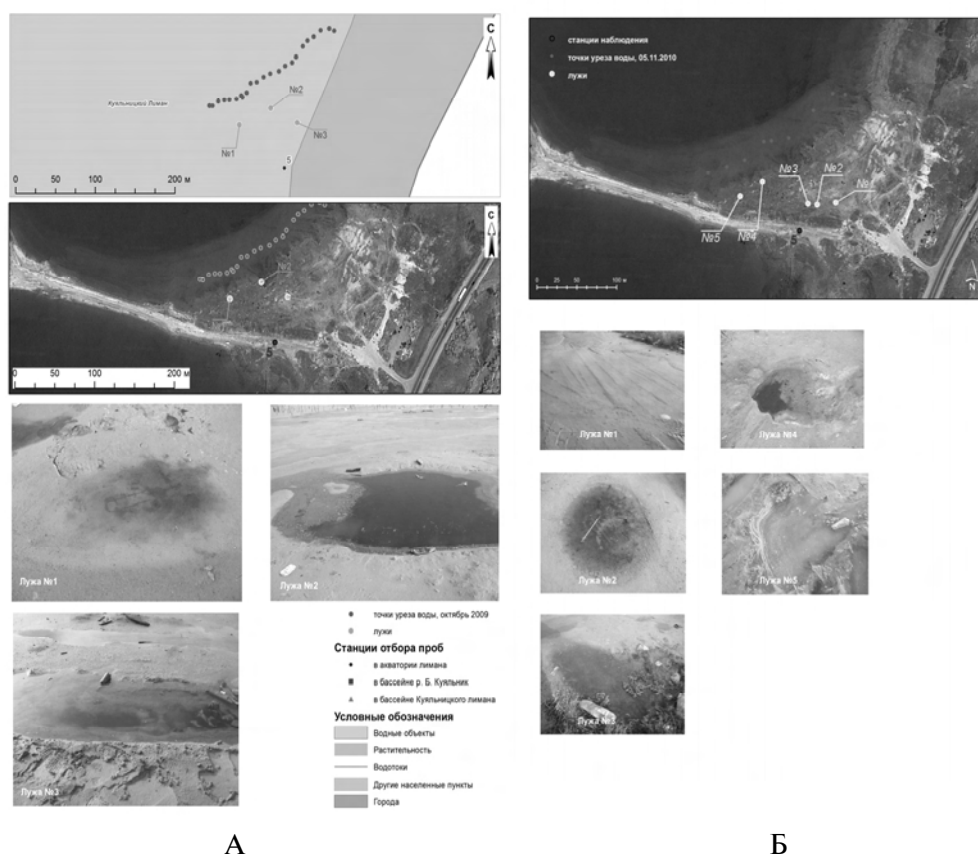


Рис. 1. Карты-схемы отбора проб водорослей в лужах и фрагменты луж, образовавшихся на оголенном участке дна южной оконечности Кл в районе ст. 5: А – октябрь 2009 г., Б – ноябрь 2010 г. (указаны точки отбора и номера луж)



Рис. 2. Фрагменты луж: А – в южной оконечности Кл в районе ст. 9 к; Б – на западном побережье лимана в районе ст. 8'

Всего в эфемерных водоемах отобрано 28 проб, в лимане – 126. Исследованы лужи южной оконечности лимана (глубина 5–20 см, площадь от 0,03–0,08 до 2–10 м<sup>2</sup>); лужи района ст. 8' (глубина 5–50 см, площадь от 15–145 до 1570–2760 м<sup>2</sup>); обводненные отработанный карьер (глубина 10–100 см, площадь около 300 м<sup>2</sup>) и канал-копанка (глубина 10–160 см, площадь до 4 000 м<sup>2</sup>).

Водоросли изучали в обрастаниях твердых субстратов (камней), на мягких субстратах (илах, песках), в обрастаниях водорослей-макрофитов (*Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kütz., *Rh. implexum* (Dillwyn) Kütz., *Ulva compressa* L.) и высших водных растений (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L.).

Пробы собирали и обрабатывали по общепринятым методикам (Диатомовые..., 1974; Водоросли, 1989). Видовой состав определяли с помощью современных сводок и определителей (Кондратьева, 1968; Мошкова, 1979; Асаул, 2004; Коваленко, 2009; Krammer, Lange-Bertalot,

1986–2001; Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005; Krammer, 2000, 2002, 2003; Levkov, 2009; Komárek, 2013), таксономическую принадлежность – согласно: Algae... (2006, 2009, 2011).



Рис. 3. Фрагменты эфемерных водоемов: А – отработанный обводненный карьер в районе с. Ильинка; Б – канал-копанка на побережье северной оконечности лимана в районе газопровода

Для выявленных таксономических групп принята система: Algae..., (2006, 2009, 2011), с учетом современных номенклатурных изменений отдельных видовых и внутривидовых таксонов ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)).

Параллельно с отбором проб водорослей, измеряли температуру воды, кислотность и соленость с использованием приборов: стеклянного термометра типа ТЛ-4 с ценой деления 0,1 °С, рН-метра с автономным питанием рН-150 МИ, портативного кондуктометра «Sension 5». Координаты исследуемых луж определяли с помощью GPS-навигатора.

Эколого-географические характеристики выявленных видов водорослей приведены по результатам оригинальных многолетних комплексных исследований альгофлоры и абиотических компонентов среды, с учетом литературных данных (Водоросли..., 1989; Барина и др; 2006; Algae..., 2006, 2009, 2011).

## Результаты и обсуждение

Характерные для Кл колебания уровней воды и солености свидетельствуют о том, что прибрежная акватория Кл попеременно находится то в аквальных, то в аэральных условиях (Эннан, Шихалеева и др., 2014). Это влечет за собой изменения физико-механических свойств и гранулометрического состава донных отложений, особенно в приурезной полосе, которые в северной и центральной частях лимана представлены в основном черными сульфидными илами, в южной – светло-серыми илами с включениями песчаных фракций и обломочного материала. Активная реакция среды водных вытяжек почв приурезной зоны (оголенных донных отложений) в этот период изменялась от нейтральной до слабощелочной (7,1–8,5), влажность – от 1,2 до 32,6%, содержание хлоридов – от 0,5 до 32,8 г/кг с максимумом засоления в северной части, органического вещества – от 1,2 до 35,6%. Сезонные колебания рН незначительны и связаны в основном с неоднородностью гранулометрического состава почв.

Одним из стрессовых факторов окружающей среды, который наносит существенный ущерб биоразнообразию и, соответственно, качеству илов, является засоление почв приурезной зоны лимана. В условиях, наблюдаемых в годы низкой водности Кл (2008–2015 гг.), повышенной засоленности и высыхания приурезной полосы почв, функционирующие в лимане сообщества микроорганизмов временно изменяются по составу и численности, часть спор в экстремальных условиях может погибнуть, другие могут перейти в состояние «покоя». В более благоприятных условиях в обводненных временных водоемах, возникающих в понижениях рельефа под воздействием гидрометеоклиматических условий (атмосферных осадков, температуры, освещенности), часть спор может перейти в «активное состояние» и основным регулятором в условиях Кл будет градиент солености.

Основные гидрохимические показатели и содержание хлорофиллов (*a*, *b*, *c*) в воде эфемерных водоемов изменялись: активная реакция среды была от «нейтральной до слабощелочной», содержание растворенного кислорода в мелких лужах на оголенных участках дна – от 2,3 до 4,7 мг/дм<sup>3</sup>, копанках, карьерах – от 2,3 до 12,8 мг/дм<sup>3</sup>. Локальные максимальные концентрации хл. *a* (мкг/дм<sup>3</sup>) наблюдались в лужах прибрежной зоны лимана (ст. 5): *a* – 6,72; *b* – 2,9; *c* – 3,8 (средние данные). Таксономический спектр водорослей эфемерных водоемов, образовавшихся в прибрежной части Кл в 2009–2015 гг., представлен в табл. 1, видовой состав – в табл. 2.

Общий список водорослей этих временных водоемов включает 54 вида из 4 отделов. Большинство водорослей относится к отделу *Bacillariophyta* (32 вид, 59,3%). Менее разнообразно представлены отделы *Cyanoprokaryota* (14 видов, 25,9 %) и *Chlorophyta* (6 видов, 11,1%), отдел *Euglenophyta* представлен всего лишь двумя видами (3,7%).

Таблица 1

## Таксономический спектр водорослей Куяльницкого лимана и эфемерных водоемов

Отдел	Количество				
	классов	порядков	семейств	родов	видов
<i>Bacillariophyta</i>	3	10	13	20	32
<i>Cyanoprokaryota</i>	1	5	8	10	14
<i>Chlorophyta</i>	2	4	4	4	6
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	1	2
Всего	7	20	26	35	54

Таблица 2

## Видовой состав, экологические особенности и биогеографическое распространение водорослей в эфемерных водоемах побережья Куяльницкого лимана

Таксон	Район обнаружения (дата)	Экология				Биогеографич. распр. по лит. данным
		Местообитание по лит. данным (ориг.)	Глобн. по лит. данным (ориг. промилле)	Ацидофильность по лит. данным (ориг.)	Сапробность по лит. данным	
<b><i>Cyanoprokaryota</i></b>						
<i>Aphanothece salina</i> Elenk. et Danil. – f. <i>utahensis</i> (Tild.) Elenk.	Лужа № 2, 3, р-н ст. 5 (26.10.2009)	пл (ил)	м (16,9–56,0)	алк (7,8–8,2)	–	б
<i>Arthrospira laxa</i> (G.M. Smith) W.B. Crow	Лужа № 2, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр. (ил, обр. рог.)	и (43,3)	– (7,87)	–	б
<i>A. major</i> (Kütz. ex Gomont) W.B. Crow	Лужа, р-н ст. 9к (22.06.2002); лужа № 2, р-н ст. 5 (26.10.2009); лужа № 3, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр.  (обр. тр.)  (ил)  (ил, обр. тр., рог.)	гл  (21,0–56,0)	алк  (7,80–7,93)	β	к



<i>Arthrospira meneghiniana</i> (Zanardini ex Gomont) W.B. Crow	Лужа № 3, р-н ст. 5 (26.10.2009); лужа № 2, 4, 5, р-н ст. 5 (05.11.2010); отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	обр. (ил)  (ил) (ил, обр. камн.)	м (18,9– 128,2)	алк (7,19– 8,20)	β	к
<i>Jaaginema kisselevii</i> (Anissimova) Anagn. et Komárek	Лужа № 2, 3 в р-не ст. 5 (26.10.2009)	обр. (ил)	м (16,9– 56,0)	алк (7,8– 8,2)	–	б
<i>Johanseni-nema constrictum</i> (Szafer) Hasler, Dvorak et Poulickova	Лужи № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	пл (ил)	и (17,1– 43,3)	алк (7,87– 8,24)	р	к
<i>Limnothrix guttulata</i> (Goor) Umezaki et Watanabe	Лужа № 2, р-н ст. 5 (26.10.2009); лужа № 1 на левобер. осушен. части Кл, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр. (ил) (обр. макр.)	гл (16,9– 17,1)	алк (7,8– 8,24)	–	б
<i>Microcoleus tomentosus</i> (Gomont) Strunecky, Komárek et J.R. Johansen	Лужа № 4, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр. (ил)	гл (68,7)	алк (7,19)	–	к
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	Лужи в р-не ст. 8')	пл. (пл)	гл 12,8	алк (7,93)	β	к
<i>Nostoc paludosum</i> Kütz. ex Bornet et Flahault	Канал-копанка, р-н газопровода (28.09.2010)	обр. (ил)	м (15,2)	алк (8,25)	–	б
<i>Oscillatoria margaritifera</i> (Kütz.) Gomont	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010); р-н ст. 9к (15.05.2013); отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д  (ил)  (ил)	м (17,1– 22,0)	алк (7,93– 8,24)	β	к

<i>Phormidium breve</i> (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр.	м (17,1)	алк (8,24)	α	к
<i>Ph. neotenue</i> G. Hallfors	Лужа № 2, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр. (обр. ил)	и (43,3)	алк (7,87)	β	к
<i>Ph. nigroviride</i> (Thwaites ex Gomont) Anagn. et Komárek	Лужа № 3, р-н ст. 5 (26.10.2009)	обр. (обр. ил)	пг (16,9)	алк (7,80)		к
<b><i>Euglenophyta</i></b>						
<i>Euglena spathirhyncha</i> Skuja	Лужа на ст. 8'	пл	и	алк	р-α	б
<i>E. viridis</i> (O. Müll.) Ehrenb.	Лужа на ст. 8'	пл	и (12,3)	алк	р-α	к
<b><i>Bacillariophyta</i></b>						
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	Лужа на ст. 9к (15.05.2013); отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	обр. (ил) (ил, обр. камн.)	пг (18,9– 22)	алк (7,93– 8,20)	β	к
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. Müll.) T. Marsson	Лужа № 2, р-н ст. 5 (26.10.2009)	д (обр. камн.)	м (56,0)	алк (7,80)	β	к
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenb.	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015); канал-копанка в р-не газопровода (26.10.2009)	обр. (ил, обр. камн.)	м (19,8– 22,0)	алк (8,20– 8,25)	β	к
<i>Cocconeis kujalnitzkensis</i> Gusl. et Gerasimiuk	Лужа № 3, р-н ст. 5 (05.11.2010)	обр. (обр., ил)	пг (21,0)	алк (7,80)	β	б
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	Канал-копанка, р-н газопровода (14.06.2012)	пл	гл (5,4)	алк	β-α	к

<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis	Лужа № 2, 3, р-н ст. 5 (26.10.2009); лужа № 1, 2, р-н ст. 5 (05.11.2010); канал-копанка, р-н газопровода (14.06.2012); отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	пл. (обр. ил) (обр., ил)  (обр.) (ил)	м (5,4– 56,0)	алк (7,80– 8,20)	β	б
<i>C. gracilis</i> (Bréb.) Grunow	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	д  (ил)	гл  (17,1)	и  (8,24)	о-β	к
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kütz.) Stickle et D.G. Mann	Канал-копанка, р-н газопровода (26.10.2009)	д  (ил)	м  (22,0)	алк  (8,25)	α	к
<i>Entomoneis alata</i> Ehrenb.	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	пл.  (ил)	пг  (18,9)	алк  (8,2)	β	к
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Cleve	Канал-копанка, р-н газопровода (26.10.2009)	д  (ил)	и  (22,0)	алк  8,25	β	б
<i>G. spenceri</i> (J.T. Quekett) Griffith et Henfr.	Лужа, р-н ст. 9к (15.05.2013); отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д  (ил)  (ил)	м  (18,9– 22,0)	и  (7,93– 8,20)	β	б
<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C. Agardh) Levkov	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д  (ил)	пг  (18,9)	алк  (8,20)	α	к
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д  (ил)	гл  (18,9)	алк  (8,20)	β	к
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	Канал-копанка, р-н газопровода (14.06.2012 г.)	пл (обр. макр.)	и  (5,4)	алк	β	к
<i>M. moniliformis</i> (O. Müll.) C. Agardh	Лужа, р-н ст. 9к (15.05.2013)	пл (ил, обр.)	м  (22)	алк  (7,93)	α	к

<i>Navicula cryptoccephala</i> Kütz.	Отработанный, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д (ил)	гл (18,9)	алк (8,20)	β	к
<i>N. gregaria</i> Donkin	Канал-копанка, р-н газопровода (28.09.2010)	д (ил)	гл (15,2)	алк	β	к
<i>N. pennata</i> A.W.F. Schmidt – var. <i>pontica</i> Mereschk.	Лужа № 3, р-н ст. 5 (26.10.2009)	д (ил)	м (16,9)	алк (7,80)	–	б
<i>N. veneta</i> Kütz	Лужа № 2, р-н ст. 5 (26.10.2009)	д (ил)	и (43,3)	алк (7,87)	α	к
<i>Navicula</i> sp.	Лужа № 1, р-н ст. 5 (26.10.2009)	д (ил)	– (118,7)	– (8,24)	–	–
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Sm	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	пл (ил)	и (17,1)	алк (8,24)	α	к
<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grunow. – var. <i>subsalina</i> Hust.	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	д (ил)	гл (17,1)	алк (8,24)	β	к
<i>Nitzschia obtusa</i> W. Sm.	Лужа № 4, р-н ст. 5 (05.11.2010)	д (ил)	м (68,7)	и (7,19)	β	б
<i>Nitzschia scalPELLI-formis</i> (Grunow) Grunow	Лужа № 2, 3, р-н ст. 5 (26.10.2009)	д (обр., ил)	м (16,9–56,0)	алк (7,80–8,20)	о	к
<i>Pleurosigma angulatum</i> (J.T. Quekett) W. Sm.	Канал-копанка, р-н газопровода (14.06.2012)	д (ил, обр.)	пг (5,4)	алк	–	к
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert	Канал-копанка, р-н газопровода (26.10.2009)	обр. (обр.)	пг (19,8)	алк	β	к
<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Sm.) Krammer	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	д (ил)	и (17,1)	алк (8,24)	β	к

<i>Surirella striatula</i> Turpin	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д (ил)	м (18,9)	алк (8,20)	β	б
<i>Tabularia tabulata</i> (C. Agardh.) Snoeijjs	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д (ил)	м (18,9)	и 8,20)	α	к
<i>Tryblionella apiculata</i> Grunow	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015) Канал-копанка, р-н газопровода (26.10.2009) (28.09.2010)	д (ил)	м (15,2– 19,8)	и (8,20– 8,25)	о-β	б
<i>T. hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	Лужа, р-н ст. 9к (15.05.2013); Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015) канал-копанка, р-н газопровода (26.10.2009)	д (ил, обр.)	м (19,8– 22)	и (7,93)	α	к
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	д (ил)	и (18,9)	алк (8,20)	β	к
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Chlamydomonas monadina</i> (Ehrenb.) F. Stein	Лужа № 1, р-н ст. 5 (05.11.2010)	пл (ил)	и (21,1)	и (7,8)	β	б
<i>Chlamydomonas</i> sp.	Лужа № 5, р-н ст. 5 (05.11.2010)	пл (ил)	– (128,2)	– (7,25)	–	–
<i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodor	Лужа № 1, 2, р-н ст. 5 (26.10.2009); Лужа № 5, р-н ст. 5 (05.11.2010); Канал-копанка, р-н газопровода (14.06.2012)	пл	м (5,4– 128,2)	алк (7,87– 8,24)	–	к
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kütz	Лужа, р-н ст. 9к (15.05.2013); Канал-копанка, р-н газопровода (28.09.2010)	обр.  (обр.)	м (15,4– 22,0)	алк (7,9)	–	к

<i>Rh. implexum</i> (Dillwyn) Kütz.	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	обр.	пг (18,9)	алк (8,20)	–	к
<i>Ulva compressa</i> L.	Отработанный карьер, р-н с. Ильинка (13.11.2015)	пл	м (18,9)	алк (8,20)	–	к

Условные обозначения: пл – планктонный; д – донный (бентос); обр. – обрастания (перифитон); пг – полигалоб; м – мезогалоб; гл – галлофил; и – индифферент; алк – алкалофил; β – бетамезосапроб; α – альфамезосапроб; β-α – бетаальфамезосапроб; о – олигосапроб; о-β – олиго-бетамезосапроб; р – полисапроб; б – бореальный; к – космополит; тр. – тростник; рог. – рогуз; камн. – камни; макр. – макрофиты.

Распределение таксонов по объектам исследований представлено на рис. 4. Независимо от природы эфемерного водоема, в составе водорослевых сообществ доминируют диатомовые, о чем свидетельствует повышенное содержание в них хлорофилла *c*. Однако в лужах южной части (ст. 5) содержания *Bacillariophyta* и *Cyanoprokaryota* практически соизмеримо, что свидетельствует о повышенном уровне антропогенного загрязнения акватории и прибрежной зоны южной части Кл.

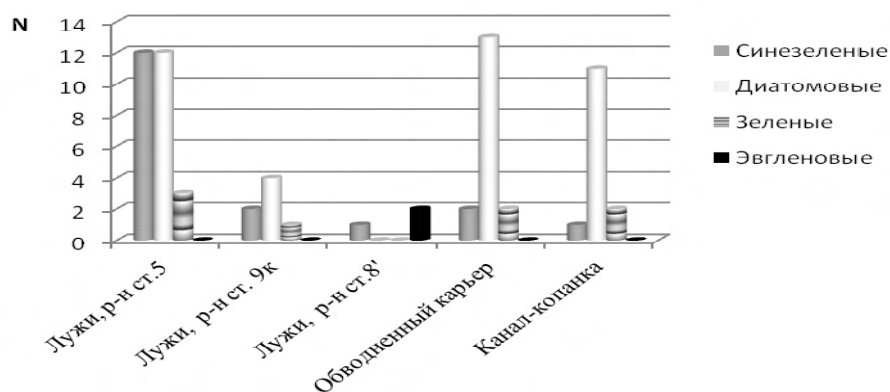


Рис. 4. Таксономический состав водорослей эфемерных водоемов на побережье Куяльницкого лимана

Распределение таксонов по отношению к субстрату и солености среды представлено на рис. 5. Исследование эфемерных водоемов побережья Кл показало, что в нем доминируют бентосные формы в виде мягких илов и обрастаний и, по данным 2000–2008 гг. (Герасимюк и др., 2011), преобладают солоноватоводные виды (мезогалобы) (рис. 5, б).

Альгофлора эфемерных водоемов (независимо от их размера и района расположения на побережье Кл) оказалась солоноватоводно-морской, алкалифильной, мезосапробной и космополитной. Гидрохимические условия среды водоемов отражаются на видовом составе альгофлоры

Одним из приоритетных стрессовых факторов для водоемов данного района является соленость среды. Так, в лужах ст. 5 (см. табл. 2) при солености 16,9–56,0 ‰ отмечено 43 вида водорослей, при солености 68,7–128,2 ‰ – всего 5 видов (*Microcoleus amoenus* и *Nitzschia obtusa* – при солености 68,7 ‰, *Arthrospira meneghiniana* – при 16,9–128,2 ‰, *Dunaliella salina* – при 19,9–128,2 ‰ и *Chlamydomonas* sp. – при солености воды 128,2 ‰), которые способны выдерживать резкие перепады и значительные интервалы солености.

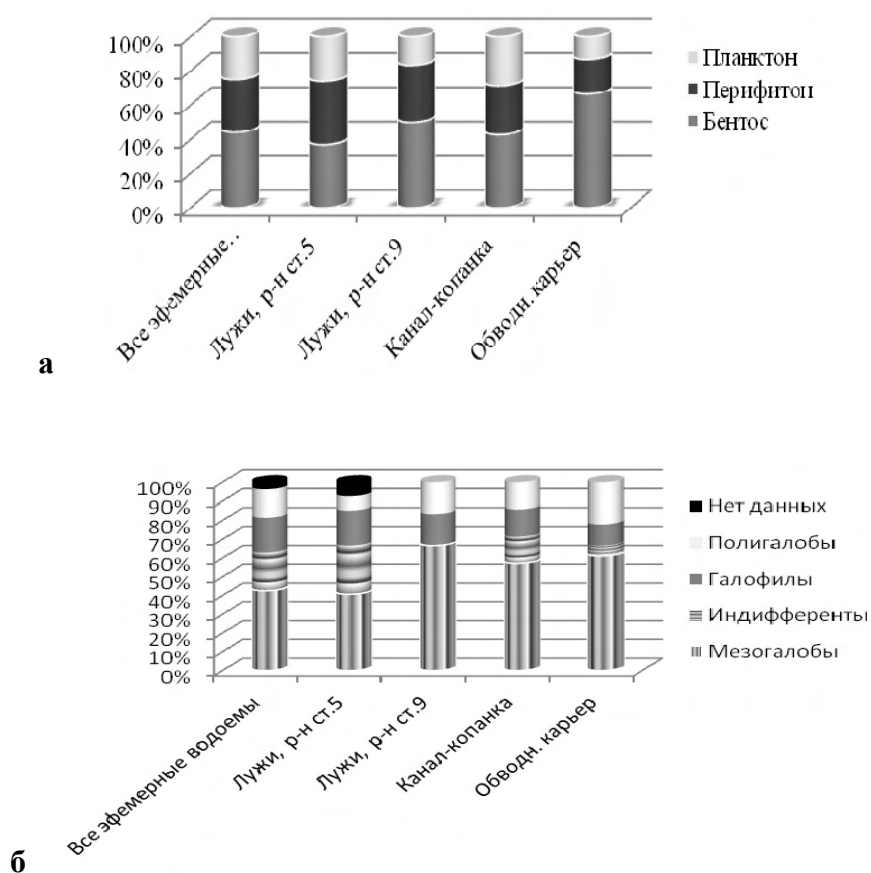


Рис. 5. Соотношение разных экологических групп в эфемерных водоемах побережья Куяльницкого лимана: а – жизненные формы; б – галобность

Указанные виды были обнаружены также в Кл в периоды его наибольшей за последние десятилетия водности (весна 2004–весна 2007 гг.) (Герасимюк и др., 2011). Так, *M. atoenus* был обнаружен в весенний период 2007 г. в южной части Кл в месте сброса стока пресных пресных и слабоминерализованных вод из системы прудов Пересыпи (или т. н. Лузановских) и на территории между объездной дорогой и железнодорожной станцией Одесса–Сортировочная при солености воды 136 ‰, *Nitzschia obtusa* – в левобережной центральной части акватории лимана в местах распреснения при солености 109,6–110 ‰, *Arthrospira meneghiniana* встречалась в лимане во все сезоны 2004–2006 гг. при солености 49,9–173 ‰ в южной его оконечности в местах стока пресных вод с Корсунцовских прудов.

Общими для эфемерных водоемов побережья Кл и самого лимана в период его наибольшей водности за последние десятилетия (август 2004–весна 2007 гг.) при изменяющейся солености воды 49,9–170 ‰ с понижениями в местах распреснения до 13–30 ‰, согласно данным 2004–2008 гг. (Герасимюк и др., 2011) и 2009–2015 гг., оказались 24 вида водорослей, из которых 9 – представители *Cyanoprokaryota*, 13 – *Bacillariophyta* и 2 вида *Chlorophyta*. Среди указанных видов, обладающих наиболее высокой физиологической изменчивостью и быстрой реакцией на изменения физико-химических условий среды, следует отметить: *Rhoicosphenia abbreviata*, *Surirella striatula*, *Arthrospira meneghiniana*, *Dunaliella salina*.

В весенний период 2013 г., отмеченный в Кл таксономический спектр водорослей, адаптировавшихся к высоким условиям солености воды (236 + 285 ‰), составляли 8 видов, которые относятся к 2 отделам (*Bacillariophyta*, *Chlorophyta*), 4 классам (*Mediophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*), 7 порядкам (*Fragilariales*, *Cymbellales*, *Achnanthesales*, *Naviculales*, *Surirellales*, *Ulvales*, *Dunaliellales*), 7 семействам (*Fragilariaceae*, *Rhoicospheniaceae*, *Pleurosigmataceae*, *Naviculaceae*, *Surirellaceae*, *Ulothrichaceae*, *Dunaliellaceae*) и 7 родам (*Tabularia*, *Rhoicosphenia*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Surirella*, *Ulva*, *Dunaliella*). По видовому составу (75%) доминировали *Bacillariophyta*. При солености 300–320 ‰ обнаружен всего лишь 1 вид – *Dunaliella salina*.

Пространственно-временное распределение водорослей по акватории лимана неравномерное: *Gyrosigma spenceri*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Navicula digitoradiata* и *N. cryptocephala*, *Tabularia tabulata*, *Ulva compressa* и *Surirella peisonis* обнаружены только в весенний период в южной и центральной частях прибрежной акватории в местах локального распреснения вод; *Dunaliella salina* – в весенне-летний период по всей акватории лимана. С увеличением минерализации воды в лимане до 357 ‰ живые клетки *D. salina* не выявлены.

Обнаруженные в Кл весной 2013 г. виды водорослей фиксировались нами и ранее (2004–2006 гг.), причем практически по всей акватории, что, очевидно, связано со значительно большими объемами



поступления в тот период руслового стока как в южную и центральную, так и в северную оконечность Кл и снижением минерализации воды до отметок менее 200 ‰ (Шихалеева и др., 2013).

В 2014 г. при солености воды в Кл более 320 ‰ водоросли нами не были обнаружены. В 2015 г., несмотря на кратковременное снижение солености воды в зимне-весенний период до 178 ‰, но быстрое восстановление до отметок 220–320 ‰ вследствие растворения выпавшей в осадок соли, живые клетки водорослей в Кл не зафиксированы. Вся оголенная часть лимана была покрыта солью и только в более глубоком обводненном отработанном карьере на западном побережье Кл в районе с. Ильинка обнаружено 17 видов водорослей, относящихся к 16 родам, 14 семействам, 12 порядкам, 3 классам и 3 отделам (см. табл. 2, 3).

## Выводы

Из приведенных данных видно, что нестабильный солевой режим эфемерных водоемов и самого лимана является основным контролирующим фактором развития альгофлоры. Увеличение солености воды как в эфемерных водоемах, так и в лимане приводит к значительному уменьшению видового разнообразия водорослей. Общими для Кл и эфемерных водоемов в период его наибольшей водности (2004 г. – весна 2007 г.) за последние десятилетия (Герасимюк и др., 2011) при изменяющейся солености воды 49,9–170 ‰ оказались 24 вида водорослей, из которых 9 – представители *Cyanoprokaryota*, 13 – *Bacillariophyta* и 2 вида *Chlorophyta*. Общими для маловодного периода Кл (2009–2016 гг.) и эфемерных водоемов были *Gyrosigma spenceri*, *Tabularia tabulata*, *Navicula gregaria*, *Cocconeis euglypta*, которые встречались в Кл и лужах северной части акватории лимана в районе газопровода.

Среди указанных видов с наиболее высокой физиологической приспособляемостью и быстрой реакцией на изменения физико-химических условий среды следует отметить: *Rhoicosphenia abbreviata*, *Tabularia tabulata*, *Cylindrotheca closterium*, *Surirella striatula*, *Arthrospira meneghiniana* и *Dunaliella salina*. Наиболее устойчивым и лабильным видом оказался *D. salina*, найденный в Кл и эфемерных водоемах в «осушной» зоне побережья с соленостью 5–320 ‰.

Наблюдающееся в последние годы засоление всех компонентов экосистемы Кл, постоянная изменчивость береговой линии, затопление и осушение приурезной части, нестабильный поверхностный и русловой сток, изменчивость температурного режима, увеличение антропогенной нагрузки обуславливают здесь развитие устойчивых к изменениям среды комплексов альгофлоры. Вероятно, в условиях водного периода в лимане развиваются как автохтонные, так и аллохтонные виды водорослей, поступающие со стоком (ручьев, прудов, рек Большой Куяльник, Кубанка, Долдока), в маловодный период – преимущественно автохтонные виды, развивающиеся в условиях осолонения в лимане и эфемерных водоемах на приурезной части лимана. Альгофлора последних

при благоприятных условиях может рассматриваться в качестве «доноров» водорослей лимана. Однако эти вопросы требуют дальнейшего изучения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Асаул З.І. *Визначник евгленових водоростей Української РСР*. Київ; Тернопіль: Лілея, 2004. 272 с.
- Барінова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pil. Stud., 2006. 498 с.
- Беленицкая Г.А. Соленосное чудо планеты. *Природа*. 2013. 6: 21–32.
- Водоросли*: Справочник. Под общ. ред. С.П. Вассера. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
- Герасим'юк В.П., Шихалеева Г.М., Эннан А.А. Эколого-флористичний аналіз водоростей Куяльницького лиману. *Вісн. ОНУ. Сер. Біологія*, 2006. 11(1): 93–105.
- Герасим'юк В.П., Шихалеева Г.М., Эннан А.А., Кірюшкіна Г.М. Динаміка видового складу водоростей гіпергалінного Куяльницького лиману. В кн.: *XIII з'їзд Українського ботанічного товариства (Львів, 19–23 вер. 2011 р.)*: Тези доп. Львів, 2011. С. 271.
- Герасим'юк В.П., Эннан А.А., Шихалеева Г.М. та ін. Водорості річки Великий Куяльник. *Вісн. ОНУ. Сер. Біологія*. 2008. 13(14): 37–52.
- Герасим'юк В.П., Шихалеева Г.Н. Таксономический состав водорослей Куяльницького лимана и прилегающих к нему водоемов. В кн.: *Актуальные проблемы современной альгологии (Киев, 23–25 мая 2012 г.)*: Тез. докл. Киев, 2012. С. 70–73.
- Герасим'юк В.П., Шихалеева Г.Н., Эннан А.А. Современное видовое разнообразие альгофлоры Куяльницького лимана и сопредельных водоемов. *Альгология*. 2011. 21(2): 226–240.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные*. Под ред. З.И. Глезер, А.П. Жузе, И.В. Макарова. Л.: Наука, 1974. Т. 1. 403 с.
- Коваленко О.В. *Флора водоростей України*. Київ, 2009. Т. 1, вип. 1. 397 с.
- Кондратьева Н.В. Синьозелені водорості – *Synophyta*. Київ: Наук. думка, 1968. 524 с. (*Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Т. 1, ч. 2).
- Мошкова Н.О. Улотриксові водорості – *Ulotrichales*. Кладофорові водорості – *Cladophorales*. Київ: Наук. думка, 1979. 500 с. (*Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Т. 6).
- Розенгурт М.Ш. *Гідрологія і перспективи реконструкції природних ресурсів Одеських лиманів*. Київ: Наук. думка, 1974. 221 с.
- Царенко П.М. *Краткий определитель хлорококковых водорослей УССР*. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
- Царенко П.М., Эннан А.А., Шихалеева Г.Н., Бартнова С.С., Герасим'юк В.П., Рожко В.Е. *Synoprokaryota* в екосистемі Куяльницького лимана (Україна). *Альгологія*. 2016. 26(4): 418–438.
- Шихалеева Г.Н., Эннан А.А., Чурсина О.Д., Шихалеев И.И., Кірюшкіна А.Н., Кузьміна И.С. Многолетняя динамика водно-солевого режима Куяльницького лимана. *Вісн. ОНУ. Сер. Хімія*, 2013. 18(3): 67–78.

- Эннан А.А., Шихалеева Г.Н., Бабинец С.К. Особенности ионно-солевого состава воды Куяльницкого лимана. *Вісн. ОНУ. Сер. Хімія*. 2006. 10(1–2): 51–58.
- Эннан А.А., Шихалеева Г.Н., Кирюшкина А.Н. Экологическое состояние Куяльницкого лимана. В кн.: *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Одеса, 18–20 лист. 2015 р.)*: Тези доп. Одеса: ТЕС, 2015. С. 142–144.
- Эннан А.А., Шихалеева Г.Н., Шихалеев И.И., Адобовский В.В., Кирюшкина А.Н. Причины и последствия деградации Куяльницкого лимана (Северо-Западное Причерноморье, Украина). *Вісн. ОНУ. Сер. Хімія*. 2014. 19(51): 60–69.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Nevo. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2006. Vol. 1. 713 p.; 2009. Vol. 2. 413 p.; 2011. Vol. 3. 511 p.
- Kiryushkina A.N., Gerasimiyuk V.P., Shikhaleeva G.N. Algae ephemeral reservoirs northwestern Black Sea. In: *Proc. IV Int. Young Sci. Conf. (Odessa, 16–19 Sept. 2009)*. Odessa: Pechat. Dom, 2009. P. 30–31.
- Komárek J. *Cyanoprokaryota*. Heterocystous genera. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Berlin; Heidelberg: Springer Speetz., 2013. Bd 19/3. 1130 S.
- Komárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. 1. *Chroococcales*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1998. Bd 19/1. 548 S.
- Komárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. 2. *Oscillatoriales*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, München: Elsevier Spectrum, 2005. Bd 19/2. 759 S.
- Krammer K. *Diatoms of Europe*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2000. Vol. 1. 703 p.; 2002. Vol. 3. 584 p.; 2003, Vol. 4. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. Teil 1. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag, 1986. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. Teil 2–4. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag, 1989. 569 p; 1991. 600 p.; 1991a. 437 p.
- Levkov Z. *Amphora* sensu lato. In: *Diatoms of Europe*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2009. Vol. 5. 916 p.

Поступила 24 апреля 2017 г.

Подписала в печать О.Н. Виноградова

#### REFERENCES

- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2006. Vol. 1. 755 p.; 2009. Vol. 2. 413 p.; 2011. Vol. 3. 511 p.
- Asaul Z.I. *Vyznachnyk evglenovykh vodorostei [Identification manual of Euglenophyta of Ukrainian SSR]*. Kyiv; Ternopil: Lileya Press, 2004. 272 p.
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. *Bioraznoobrazie vodorosleyindikatorov okruzhayushchey sredy [Biodiversity of seaweed indicators of environment]*. Tel-Aviv: Pil. Stud., 2006. 498 p.
- Belenickaja G.A. *Priroda*. 2013. 6: 21–32.

- Diatomovye vodorosli SSSR. Iskopaemye i sovremennye* [*Diatom algae of the USSR. Fossil and modern*]. Eds Z.I. Gleser, A.P. Zhuse, I.V. Makarovarova. Leningrad: Nauka Press, 1974. Vol. 1. 403 p.
- Ennan A.A., Shichalyeyeva G.N., Babinets S.K. *Visnyk ONU*. Ser. Khimiya. 2006. 10(1–2): 51–58.
- Ennan A.A., Shichalyeyeva G.N., Kiryushkina A.N. In: *Materialy Vseukrainskoy nauchno-prakticheskoy konferencii (Odessa, 18–20 list. 2015 r.)* [*Mat. Ukr. sci.-pract. conf. (Odessa, 18–20 Nov. 2015)*]. Odessa, 2015. P. 142–144.
- Ennan A.A., Shichalyeyeva G.N., Shichalyeyev I.I., Adobovskiy V.V., Kiryushkina A.N., Gerasimiyuk V.P., Ennan A.A., Shichalyeyeva G.M. *Visnyk ONU*. Ser. Biol. 2008. 13(14): 37–52.
- Gerasimiyuk V.P., Shichalyeyeva G.M., Ennan A.A. *Visnyk ONU*. Ser. Biol. 2006. 11(1): 93–105.
- Gerasimiyuk V.P., Shichalyeyeva G.N. In: *Materialy IV Mezhdunarodnoy konferencii* [*Mat. IV Int. Conf.*]. Kiev, 2012. P. 70–73.
- Gerasimiyuk V.P., Shichalyeyeva G.N., Ennan A.A. *Algologia*. 2011. 21(2): 226–240.
- Gerasimiyuk V.P., Shichalyeyeva G.N., Ennan A.A., Kiryushkina A.N. In: *Materialy XIII z'yizdu Ukrainskogo botanichnoho tovarystva (19–23 veresnya 2011 r., Lviv)* [*Mat. XIII Congress of the Ukrainian Botanical Society (Lviv, 19–23 Sept. 2011)*]. Lviv, 2011. P. 271.
- Kiryushkina A.N., Gerasimiyuk V.P., Shichalyeyeva G.N. In: *Algae ephemeral reservoirs northwestern Black Sea: Proc. IV Int. Young Sci. Conf. (Odessa, 16–19 Sept. 2009 r.)*. Odessa: Pechat. Dom, 2009. P. 30–31.
- Komárek J., Anagnostidis K. *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1998. Bd 19(1). 548 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. *Süsswasserflora von Mitteleuropa*. München: Elsevier Spectrum, 2005. Bd 19(2). 759 S.
- Komárek J. *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Berlin; Heidelberg: Springer Speetz., 2013. Bd 19(3). 1130 p.
- Kondratyeva N.V. *Cyanophyta*. In: *Vyznachnyk prysnovodnykh vodorostei Ukrayinskoyi RSR* [*Identification manual of freshwater algae of Ukrainian SSR*]. Kyiv: Nauk. Dumka Press, 1968. Vol. 1, pt 2. 524 p.
- Kovalenko O.V. *Flora vodorostei Ukrayiny* [*Flora of algae of Ukraine*]. Kyiv, 2009. Vol. 1. Issue 1. 397 p.
- Krammer K. *Diatoms of Europe*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G., 2000. Vol. 1. 703 p.; 2002. Vol. 3. 584 p.; 2003. Vol. 4. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. Teil 2–4, 1989. 569 p.; 1991. 600 p.; 1991a. 437 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag, 1986. Teil 1. 876 p.
- Levkov Z. *Diatoms of Europe*. Ruggell: Gantner Verlag K.-G., 2009. 916 p.
- Moshkova N.O. *Ulotrichales. Cladophorales*. In: *Vyznachnyk prysnovodnykh vodorostei Ukrayinskoyi RSR* [*Identification manual of freshwater algae of Ukrainian SSR*]. Kyiv: Nauk. Dumka Press, 1979. Vol. 6. 500 p.

- Rozengurt M.S. *Gydrologiya y perspektyvy rekonstruktsyi pryrodnykh resursov Odesskykh lymanov* [Hydrology and prospects for the reconstruction of natural resources of the Odessa estuaries]. Kiev: Nauk. Dumka Press, 1974. 221 p.
- Shichalyeyeva G.N., Ennan A.A., Chursina O.D., Shichalyeyev I.I., Kiryushkina A.N., Kuzmina I.S. *Visn. ONU. Ser. Khimiya*. 2013. 18(3): 67–78.
- Shichalyeyeva G.N., Ennan A.A., Chursina O.D., Shichalyeyev I.I., Kiryushkina A.N., Kuzmina. *Visnyk ONU. Ser. Khimiya*. 2014. 19(51): 60–69.
- Tsarenko P.M. *Kratkyye opredelytel khlorokokkovykh vodorosley USSR* [Short determinant of preferred food algae of the Ukrainian SSR]. Kiev: Nauk. Dumka Press, 1990. 208 p.
- Vodorosli: Spravochnik* [Algae: Reference Book]. Eds S.P. Wasser. Kiev: Nauk. Dumka Press, 1989. 608 p.

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2017, 27(3): 277–298

doi: 10.15407/alg27.03.277

*Shichalyeyeva G.N.*<sup>1</sup>, *Gerasimiuk V.P.*<sup>1,2</sup>, *Kiryushkina A.N.*<sup>1</sup>,  
*Ennan A.A.*<sup>1</sup>, *Tsarenko P.M.*<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Physical-Chemical Inst. for Environ. and Human Protection of the Ministry of Educat. and Sci. of Ukraine, National Academy of Science of Ukraine, 3, Preobrazhenskaya Str., Odessa 65082, Ukraine

<sup>2</sup>Odessa I.I. Mechnikov National University, Dept of Botany, 2, Dvorianskaya Str., Odessa 65026, Ukraine

<sup>3</sup>N.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine, 2, Tereshchenkovskaya Str., Kiev 01004, Ukraine

#### ALGOFLORESTIC STUDIES OF THE KUYALNIK ESTUARY AND TEMPORARY WATER BODIES OF ITS VICINITIES (NORTHWESTERN BLACK SEA COAST, UKRAINE)

The paper presents the results of long-term (2009–2015) original studies of the species composition of algae in the hyperhaline Kuyalnik Estuary and the temporary reservoirs of its coast, differing in morphometric and physicochemical parameters (salinity, temperature, and acidity). In reservoirs with water salinity ranging from 5.4–128.2 ‰, 54 species of algae from 4 divisions were recorded: *Bacillariophyta* – 32 species (59.3%), *Cyanoprokaryota* – 14 (25.9%), *Chlorophyta* – 6 (11.1%), and *Euglenophyta* – 2 (3.7%). In the estuary, where water salinity during the period of observations varied from 198 ‰ to 399 ‰, only 8 species were revealed. Among them, 6 species belong to *Bacillariophyta* and two species were *Chlorophyta*. At the salinity of 300–320‰ only the green alga *Dunaliella salina* Teodor. occurred; however, when water salinity increased up to 357 ‰ and higher, living cells of *D. salina* were not observed. In the period of the highest water (2004–spring of 2007), when water salinity varied from 49.9 to 174 ‰ sometimes decreasing up to 13–30 ‰, 24 species of algae were recorded both in the estuary and temporal water bodies on its coast. They included representatives of *Cyanoprokaryota* (9), *Bacillariophyta* (13), and

*Chlorophyta* (2). *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh.) Lange-Bert., *Tabularia tabulata* (C. Agardh) Snoeijs, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis, *Surirella striatula* Turpin, *Arthrospira meneghiniana* (Zanardini ex Gomont) W.B. Crow, and *D. salina* are species with the highest physiological adaptability and rapid response to changes in the physiochemical conditions of the environment, but only *Dunaliella salina* was able to live in the water with a salinity range of 5–320 ‰. Some ecological features of the species found are discussed. The taxonomic structure of algae of temporal reservoirs and the Kuyalnik Estuary has some similarities. This provides evidence for the strong adaptability of some species found, and the possibility of biotechnological use of algae isolated from harsh conditions.

**Key words:** algae, species composition, temporary water bodies, Kuyalnik estuary, salinity gradient